Progetto "Data Center ML5 e ML6" – Studio di impatto ambientale

Allegato 16 – Piano di monitoraggio parametri microclimatici

PREPARATA PER

Equinix Italia S.r.l.

DATA
Giugno 2026

REFERIMENTO
0764978

INFORMAZIONI DOCUMENTO

TITOLO	**Progetto "Data Center ML5 e ML6" – Studio di impatto ambientale**
SOTTOTITOLO	Allegato 16 – Piano di monitoraggio parametri microclimatici
NUMERO DI PROGETTO	0764978
Data	Giugno 2026
Versione	Final
Autore	ERM
Cliente	Equinix Italia S.r.l.

CRONOLOGIA REVISIONI

				APPROVAZIONE ERM		
VERSIONE	REVISIONE	AUTORE	RIVISTO DA	NOME	DATA	COMMENTI
Final	000	ERM			Giugno 2026	

PAGINA DELLE FIRME

Progetto "Data Center ML5 e ML6" – Studio di impatto ambientale

Allegato 16 – Piano di monitoraggio parametri microclimatici

0764978

Marco Miori
Partner

Arianna Ranci
Project Manager

Jacopo Signorini
Project Director

ERM Italia S.p.A.
Via San Gregorio, 38
20124 Milano - Italia
Tel: +39 02 674401

© Copyright 2026 by The ERM International Group Limited and/or its affiliates ('ERM'). All Rights Reserved.
No part of this work may be reproduced or transmitted in any form or by any means, without prior written permission of ERM.

INDICE

1. INTRODUZIONE 1

2. METODOLOGIA 2

2.1 ISOLA DI CALORE URBANA E DATACENTER 2

3. PARAMETRI MICROCLIMATICI 4

3.1.1 Discomfort Index 5
3.1.2 Humidex 6
3.1.3 Wind Chill 7
3.1.4 Heat Index 8
3.1.5 Physiological equivalent temperature 9
3.1.6 Universal thermal climate index 10
3.1.7 Standard Effective Temperature 10

4. SCELTA DEI PARAMETRI 11

5. PIANO DI MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA 12

6. CONCLUSIONI 18

7. BIBLIOGRAFIA 18

ELENCO DELLE TABELLE NEL TESTO

TABELLA 3-1 TABELLA DI CLASSIFICAZIONE DELL'INDICE DI THOM "DISCOMFORT INDEX" (DI) (ARPAFVG, 2026) 5

TABELLA 3-2 TABELLA DI CLASSIFICAZIONE HUMIDEX (ARPAVENETO, 2026) 7

TABELLA 3-3 CALCOLO WC IN FUNZIONE DI UNA DATA VELOCITÀ DEL VENTO V E DI UNA DATA TEMPERATURA MISURATA T (METEOSVIZZERA, 2026) 8

TABELLA 3-4 TABELLA DI CLASSIFICAZIONE HEAT INDEX (NOAA, THE HEAT INDEX EQUATION, 2026) 9

TABELLA 5-1 RIASSUNTO RETE DI MONITORAGGIO 17

ELENCO DELLE FIGURE NEL TESTO

FIGURA 2-1 PROFILO SCHEMATICO DELL'EFFETTO ISOLA DI CALORE URBANA (SHILU TONG, 2021) 2

FIGURA 5-1 UBICAZIONE DELLA CENTRALINA CORSICO (N.9) E DELL'AREA DI PROGETTO (IN VERDE) 13

FIGURA 5-2: ROSA DEI VENTI DEI DATI ORARI RILEVATI PRESSO LA STAZIONE DI CORSICO (2013-2025) 14

FIGURA 5-3 USO DEL SUOLO "STATO DI FATTO" 15

FIGURA 5-4 PUNTI DI MONITORAGGIO 16

1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato predisposto in ottemperanza alle richieste di integrazione formulate dalle Autorità competenti nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., relative al progetto "Data Center ML5 e ML6 nel Comune di Settimo Milanese (MI)", proposto da Equinix Italia S.r.l.

In particolare, il documento risponde alle richieste di documentazione integrativa formulate dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE) con nota del 22/01/2026, prot. n. 0012781, con specifico riferimento al Capitolo 10 – Impatti cumulativi, richiesta di integrazione n. 3: *Parallelamente, dovrà essere integrata un'analisi sugli effetti microclimatici cumulativi generati dai Data Center, con particolare riferimento all'incremento di umidità e calore rilasciati in atmosfera e ai conseguenti effetti sulla stabilità atmosferica locale. Tale approfondimento risulta essenziale in considerazione del numero elevato di sistemi di raffreddamento, torri evaporative e carichi termici distribuiti nell'area.*

Parallelamente, il presente documento risponde anche alla richiesta di integrazione formulata da Regione Lombardia con nota del 21/01/2026, prot. n. 0011513, con riferimento al Capitolo 4 – Popolazione e salute umana, richiesta n. 4.3: *La forte impermeabilizzazione/cementificazione dell'intero comparto Castelletto registrato negli ultimi 10 anni nonché il fatto che per la tipologia di impianti propri dei data center (funzionamento dei server e dei sistemi di raffreddamento) determinano un aumento dell'emissione di calore all'esterno andando a peggiorare il cosiddetto fenomeno delle "isole di calore", ovvero dell'aumento della temperatura percepita a livello locale. Si ritiene pertanto utile l'esecuzione di uno studio relativo alla dispersione termica dell'intero comparto "Castelletto" al fine di quantificare l'effettivo aumento di temperatura percepita a livello del suolo.*

Il presente elaborato si inserisce dunque in tale contesto, con l'obiettivo di fornire un'analisi strutturata, coerente con le richieste delle Autorità e basata su criteri metodologici riconosciuti, al fine di supportare la corretta valutazione degli impatti microclimatici cumulativi e delle loro possibili interazioni con il contesto ambientale e urbano circostante.

A valle di incontri tecnici con le Autorità (Regione Lombardia), il Proponente prevede l'implementazione di un piano di monitoraggio di parametri micrometeorologici finalizzato al controllo e alla valutazione del fenomeno. I capitoli successivi sviluppano tale piano nel dettaglio, illustrandone gli obiettivi, la metodologia adottata e le modalità di attuazione.

2. METODOLOGIA

2.1 ISOLA DI CALORE URBANA E DATACENTER

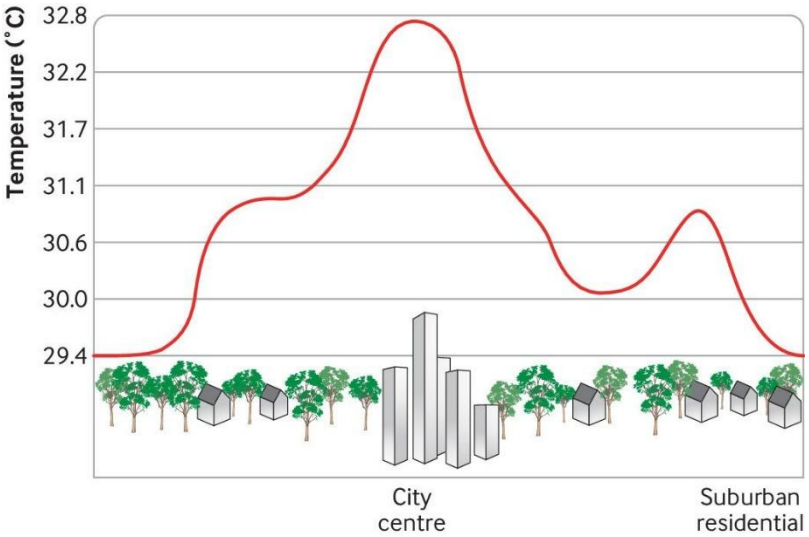
L'effetto isola di calore urbana (Urban Heat Island, UHI) è l'aumento della temperatura dell'aria nelle zone urbanizzate rispetto alle aree rurali circostanti, dovuto a superfici impermeabili, edifici e fonti di calore antropiche (Figura 2-1). Il parametro quantitativo impiegato è l'intensità dell'isola di calore:

$$\Delta T_{u-r} = T_{urbano} - T_{rurale}$$

Misurato in gradi centrigradi [°C] o Kelvin [K], dove T_{urbano} è la temperatura misurata nel centro urbano e T_{rurale} è la temperatura misurata in zone rurali, al di fuori del centro urbano.

Normalmente è presente un picco di ΔT_{u-r} nei pressi del centro della città. Nelle zone meno densamente edificate, l'intensità dell'isola di calore diminuisce. L'intensità dell'isola di calore varia durante la giornata e tipicamente presenta valori maggiori nelle ore notturne e minori nelle ore diurne, soprattutto in quelle pomeridiane (Sozzi, 2003) (Poupkou, 2011).

FIGURA 2-1 PROFILO SCHEMATICO DELL'EFFETTO ISOLA DI CALORE URBANA (Shilu Tong, 2021)



Il fenomeno della Urban Heat Island è stato inizialmente individuato e descritto da Luke Howard all'inizio del XIX secolo, attraverso le sue osservazioni sul clima della città di Londra (Howard, 1833)

Successivamente, (Oke, 1973) ha approfondito il fenomeno, dimostrando l'esistenza di una relazione significativa tra la dimensione di un insediamento urbano, espressa in termini di popolazione residente in paesi, città o aree metropolitane, e la magnitudo dell'isola di calore urbana da esso generata.

Le Urban Heat Islands sono causate principalmente dall'uso diffuso di materiali da costruzione quali metallo e calcestruzzo, caratterizzati da un'elevata capacità di assorbire e immagazzinare il calore solare, nonché dalla scarsa presenza di vegetazione, che limita l'effetto di raffrescamento dovuto all'evaporazione dal suolo e alla traspirazione delle piante (evapotraspirazione).

Il calore antropogenico rappresenta un fattore rilevante nella formazione dell'isola di calore urbana. Esso deriva da diverse attività di origine umana ed è stimato sommando l'energia complessivamente utilizzata dai trasporti, dai sistemi di riscaldamento e climatizzazione, dall'illuminazione artificiale, dal funzionamento degli edifici e degli elettrodomestici, nonché dai processi industriali e dalla produzione di energia nelle centrali (H. M. Imran, 2021) (Shilu Tong, 2021).

Per quantificare l'effetto dell'isola di calore urbana sulla salute umana è necessario implementare una rete di monitoraggio di parametri microclimatici, che prendono in considerare l'effetto complessivo di diversi parametri.

Per valutare questo impatto, progetti in varie parti del mondo hanno implementato reti di monitoraggio ambientale con sensori smart misurando parametri meteorologici (come temperatura dell'aria al suolo, umidità relativa e velocità del vento) in tempo reale.

3. PARAMETRI MICROCLIMATICI

Al fine di ottenere un'indicazione rappresentativa delle condizioni meteoclimatiche nell'intorno del sito dei Data Center ML5-6, si propone di monitorare un insieme di parametri micrometeorologici di base, comunemente utilizzati negli studi di dispersione e di climatologia urbana (Sozzi, 2003).

In particolare, i principali parametri da considerare sono i seguenti:

- Temperatura dell'aria, misurata a 2 m dal piano campagna, corrispondente all'altezza meteorologica standard;
- Umidità relativa.

Nel loro insieme, questi parametri permettono di caratterizzare in modo coerente il quadro micrometeorologico locale e di supportare valutazioni quantitative sugli effetti dei data center sul microclima, in particolare in termini di incremento termico e variazioni dell'umidità atmosferica.

Numerosi indici biometeorologici sono stati sviluppati nel tempo con l'obiettivo di rappresentare, in modo sintetico e quantitativo, il livello di comfort o discomfort termico percepito dall'uomo, in particolare durante condizioni di caldo intenso. Tali indici si basano sulla combinazione di variabili meteorologiche (temperatura dell'aria, umidità, vento, radiazione) e, nei casi più avanzati, di parametri fisiologici, consentendo una valutazione più realistica degli effetti delle condizioni atmosferiche sulla salute e sul benessere umano (Matzarakis A. G., 2021) (Pantavou, 2025).

In letteratura sono stati sviluppati numerosi indici di comfort termico basati su più variabili meteorologiche, che possono essere generalmente distinti in indici empirici e indici di stress termico umano. Tra questi, indici quali l'Heat Index, l'Humidex e Wind Chill utilizzano soltanto due o tre parametri ambientali. Tuttavia, alcuni di questi indici classici, grazie alla semplicità della formulazione e al limitato fabbisogno di dati per il calcolo, continuano a essere particolarmente attrattivi e sono tuttora ampiamente utilizzati dai servizi meteorologici nazionali e locali.

Altri indici di stress termico umano, come l'Universal Thermal Climate Index (UTCI), la Standard Effective Temperature (SET) e la Physiological Equivalent Temperature (PET), tengono invece conto di fattori meteorologici e biologici, consentendo la loro applicazione sia in ambienti interni sia in condizioni outdoor, anche in presenza di irraggiamento solare e ventilazione (Yan, 2021) (WMO, 2016).

Di seguito vengono elencati alcuni indici che possono essere presi in considerazione e una breve spiegazione in merito:

- Discomfort Index (DI)
- Humidex (H)
- Wind Chill (WC)
- Heat Index (HI)
- Physiological Equivalent Temperature (PET)
- Universal Thermal Climate Index (UTCI)
- Standard Effective Temperature (SET).

3.1.1 DISCOMFORT INDEX

DI è l'indice di disagio proposto da Thom E.C. and Bosen J.F. (Thom, 1959), considerato uno dei migliori indici di stima della temperatura effettiva. DI combina, in un singolo valore, l'effetto di temperatura, umidità e movimento dell'aria sulla sensazione di caldo o freddo percepito dal corpo umano.

Questo indice è adatto per descrivere le condizioni di disagio fisiologico dovute al caldo-umido ed è sensibile in un intervallo termico compreso tra 21°C e 47°C. Al di fuori di tale intervallo, anche al variare dell'umidità relativa, l'indice attribuisce sempre la condizione fisiologica alle classi estreme, cioè "benessere" per temperature inferiori a 21°C e "stato di emergenza medica" per temperature superiori a 47°C (ArpaPiemonte, 2026).

A livello nazionale, diverse Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale (ad esempio ARPA Piemonter e Friuli Venezia Giulia) considerano tale parametro come uno strumento a supporto della popolazione e delle attività di protezione civile. Sul sito di Arpa Piemonte è possibile calcolare e consultare delle mappe previsionali relative al DI al seguente link https://www.arpa.piemonte.it/rischi_naturali/snippets_arpa/discomfort_index/.

L'equazione lineare è la seguente:

$$\mathrm{DI} = 0.4 * (\mathrm{T_a} + \mathrm{T_w}) + 4.8$$

Dove T_a è la temperatura di bulbo asciutto (°C) e T_w è temperatura di bulbo umido (°C), temperature rilevate in condizioni di ombra e protezione dal vento.

Poichè non è sempre possibile conoscere la temperatura di bulbo umido si può utilizzare la seguente formula per calcolare approssimativamente il valore dell'indice di disagio di Thom, usando direttamente, oltre alla temperatura dell'aria, l'umidità relativa.

La formula è la seguente, dove DI è espresso in °C:

$$\mathrm{DI} = \mathrm{T} - (0.55 - 0.0055 * \mathrm{RH}) * (\mathrm{T} - 14.5)$$

Dove T è la temperatura dell'aria [°C] e RH l'umidità relativa [%].

Il valore calcolato si confronta con la tabella sottostante e si può capire il livello di discomfort termico.

TABELLA 3-1 TABELLA DI CLASSIFICAZIONE DELL'INDICE DI THOM "DISCOMFORT INDEX" (DI) (ArpaFVG, 2026)

Descrizione	**Classi DI [°C]**
Benessere	DI < 21
Meno del 50% della popolazione prova un leggero disagio	21 ≤ DI < 24
Oltre il 50% della popolazione prova un crescente disagio	24 ≤ DI < 27

Descrizione	Classi DI [°C]
La maggioranza della popolazione prova disagio e un significativo deterioramento delle condizioni psicofisiche	27≤ DI < 29
Tutti provano un forte disagio	29 ≤ DI < 32
Stato di emergenza medica, il disagio è molto forte, il rischio di colpi di calore è pericoloso ed elevato	DI ≥ 32

3.1.2 HUMIDEX

Humidex (H) è uno degli indici utilizzati per valutare il benessere climatico dell'uomo in relazione all'umidità ed alla temperatura.

I primi studi sono stati effettuati nel 1965 in Canada, ma solo successivamente, alcuni meteorologi canadesi del Servizio per l'ambiente atmosferico del Canada (Masterton J.M. e Richardson F.A.) hanno individuato una scala, chiamata appunto Humidex, la quale cerca, considerando la temperatura dell'aria e l'umidità relativa, di calcolare un singolo valore in grado di descrivere il disagio per l'uomo che si verifica in giorni umidi e caldi.

Il calcolo dell'indice Humidex consiste nell'apportare una "correzione" alla temperatura dell'aria (misurata o prevista) in base all'umidità relativa (misurata o prevista): è applicabile solo a temperature tra i 20 e i 55 gradi centigradi. Al di fuori di questo intervallo sono individuabili solamente le categorie estreme di "normalità" per temperature inferiori a 20°C e di "disagio molto forte" per temperature superiori a 55°C (ArpaLombardia, 2026).

I valori del disagio sono da considerarsi medi e teorici, poiché nella percezione del calore intervengono anche variabili fisiche individuali (altezza, peso, sesso, età, tipo di abbigliamento, ecc.) e ambientali (intensità dell'attività fisica svolta e, se all'aperto, la presenza di ombra o vento, ecc.).

La formula è la seguente (Canada, 2026) (WMO, 2016):

$$\mathrm{H} = \mathrm{T} + 0.5555\,(\mathrm{e} - 10)$$

Dove T è la temperatura in °C e e è la pressione di vapore espressa in hPa osservata.

Poiché quest'ultima grandezza non è facile da reperire, la si può calcolare a partire dall'umidità relativa:

$$\mathrm{e} = 6.112 * 10^{\frac{7.5*T}{237.7+T}} * \frac{RH}{100}$$

Dove T è la temperatura in °C e RH è l'umidità relativa in %.

Il valore calcolato si confronta con la tabella sottostante e si può capire il livello di discomfort termico.

TABELLA 3-2 TABELLA DI CLASSIFICAZIONE HUMIDEX (ArpaVeneto, 2026)

Descrizione	Classi H
Assente	H < 27
Debole	27 ≤ H < 30
Debole/Moderato	30 ≤ H < 35
Moderato/Intenso	35≤ H < 40
Intenso	40 ≤ H < 45
Molto intenso	H ≥ 45

A livello nazionale, diverse Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale (ad esempio ARPA Piemonte, Lombardia e Veneto) considerano tale parametro come uno strumento a supporto della salute pubblica e delle attività di protezione civile. Arpa Lombardia dal 1 giugno al 15 settembre di ogni anno pubblica un bollettino Humidex consultabile al seguente link https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/meteo-e-clima/bollettini-meteorologici/humidex-disagio-da-calore/.

3.1.3 WIND CHILL

L'indice di raffreddamento, chiamato Wind Chill (WC), esprime la sensazione di raffreddamento causato dall'effetto combinato di temperatura e vento. Il Wind Chill rappresenta quindi una grandezza meteorologica che descrive la differenza tra la temperatura dell'aria misurata (oggettiva) e la temperatura percepita dal corpo, in funzione della velocità del vento. Più forte soffia il vento, maggiore è potere raffreddante e più rapidamente avvertiamo freddo (MeteoSvizzera, 2026). Anche se la temperatura esterna rimane la stessa, ma la velocità del vento aumenta, l'uomo percepirà più freddo sulla pelle (NOAA, Wind Chill, 2026).

Per calcolare il Wind Chill [°C] la formula è la seguente:

$$\mathrm{WC} = 13.12 + (0.6215 * \mathrm{T}) - (11.37 * \mathrm{v}^{0.16}) + (0.3965\ \mathrm{T} * \mathrm{v}^{0.16})$$

Dove T è temperatura dell'aria [°C] e v la velocità del vento [km/h].

La tabella sottostante illustra con il WC viene calcolato in funzione di una data velocità del vento v e di una data temperatura misurata T.

TABELLA 3-3 CALCOLO WC IN FUNZIONE DI UNA DATA VELOCITÀ DEL VENTO V E DI UNA DATA TEMPERATURA MISURATA T (MeteoSvizzera, 2026)

v	T									
0 km/h	**10 °C**	**5 °C**	**0 °C**	**-5 °C**	**-10 °C**	**-15 °C**	**-20 °C**	**-30 °C**	**-40 °C**	**-50 °C**
5 km/h	9,8	4,1	−1,6	−7,3	−12,9	−18,6	−24,3	−35,6	−47,0	−58,3
10 km/h	8,6	2,7	−3,3	−9,3	−15,3	−21,2	−27,2	−39,2	−51,1	−63,0
15 km/h	7,9	1,7	−4,4	−10,6	−16,7	−22,9	−29,1	−41,4	−53,7	−66,1
20 km/h	7,4	1,1	−5,2	−11,6	−17,9	−24,2	−30,5	−43,1	−55,7	−68,3
25 km/h	6,9	0,5	−5,9	−12,3	−18,8	−25,2	−31,6	−44,5	−57,3	−70,2
30 km/h	6,6	0,1	−6,5	−13,0	−19,5	−26,0	−32,6	−45,6	−58,7	−71,7
40 km/h	6,0	−0,7	−7,4	−14,1	−20,8	−27,4	−34,1	−47,5	−60,9	−74,2
50 km/h	5,5	−1,3	−8,1	−15,0	−21,8	−28,6	−35,4	−49,0	−62,7	−76,3
60 km/h	5,1	−1,8	−8,8	−15,7	−22,6	−29,5	−36,5	−50,3	−64,2	−78,0
Nota: nei campi colorati di blu, esiste la possibilità che si verifichino congelamenti entro 30 minuti o meno.										

3.1.4 HEAT INDEX

L'indice di calore o Heat Index (HI) consente di stimare il livello di disagio fisiologico avvertito durante la stagione estiva in corrispondenza di elevati valori termoigrometrici. L'indice fornisce una misura indicativa della temperatura apparente ovvero la temperatura effettivamente percepita dal corpo umano in relazione alla combinazione di temperatura e umidità dell'aria. Le condizioni di caldo afoso possono comportare, infatti, conseguenze anche molto gravi per la salute umana in quanto ostacolano il regolare processo di termoregolazione limitando la dispersione del calore metabolico in eccesso.

Il calcolo dell'Heat Index rappresenta un affinamento di un risultato ottenuto mediante analisi di regressione multipla, sviluppata da Lans P. Rothfusz e descritta in un Technical Attachment del National Weather Service (NWS) del 1990. L'equazione di regressione proposta da Rothfusz consente di stimare l'indice di calore combinando la temperatura dell'aria e l'umidità relativa, includendo anche termini di interazione e componenti non lineari, al fine di rappresentare in modo più realistico la percezione dello stress termico da parte dell'uomo (NOAA, The Heat Index Equation, 2026).
Per calcolare Heat Index [°F] la formula è la seguente:

$$\begin{aligned} \mathrm{HI} = & -42.379 + 2.04901523 * \mathrm{T} + 10.14333127 * \mathrm{RH} - 0.22475541 * \mathrm{T} * \mathrm{RH} - 0.00683783 * \mathrm{T} * \mathrm{T} \\ & - 0.05481717 * \mathrm{RH} * \mathrm{RH} + 0.00122874 * \mathrm{T} * \mathrm{T} * \mathrm{RH} + 0.00085282 * \mathrm{T} * \mathrm{RH} * \mathrm{RH} \\ & - 0.0.00000199 * \mathrm{T} * \mathrm{T} * \mathrm{RH} * \mathrm{RH} \end{aligned}$$

Dove T è la temperatura dell'aria [°F] e RH è l'umidità relativa [%] (WMO, 2016).

Il valore calcolato si confronta con la tabella sottostante e si può capire il livello di discomfort termico.

TABELLA 3-4 TABELLA DI CLASSIFICAZIONE HEAT INDEX (NOAA, The Heat Index Equation, 2026)

Descrizione	Classi HI [°F]	Effetti sul corpo umano
Attenzione	80°F – 90°F	Possibile affaticamento in caso di esposizione prolungata e/o attività fisica
Attenzione estrema	90°F – 103°F	Possibili colpi di calore, crampi da calore o esaurimento da calore in caso di esposizione prolungata e/o attività fisica
Pericolo	103°F – 124°F	Elevata probabilità di crampi o esaurimento da calore; possibile insorgenza di colpo di calore in caso di esposizione prolungata e/o attività fisica
Pericolo estremo	≥ 125°F	Colpo di calore altamente probabile
Attenzione	80°F – 90°F	Possibile affaticamento in caso di esposizione prolungata e/o attività fisica
Attenzione estrema	90°F – 103°F	Possibili colpi di calore, crampi da calore o esaurimento da calore in caso di esposizione prolungata e/o attività fisica

A livello nazionale, diverse Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale (ad esempio ARPA Liguria e Sardegna) considerano tale parametro come uno strumento a supporto della salute pubblica e delle attività di protezione civile.

3.1.5 PHYSIOLOGICAL EQUIVALENT TEMPERATURE

La Physiological Equivalent Temperature (PET) si basa sul Munich Energy-Balance Model for Individuals (MEMI), che modella le condizioni termiche del corpo umano. Il PET è definito come la temperatura dell'aria alla quale, in un tipico ambiente interno di riferimento (in assenza di vento e radiazione solare), il bilancio termico del corpo umano risulta in equilibrio, mantenendo la stessa temperatura centrale e cutanea di quelle che si instaurano nelle complesse condizioni outdoor oggetto di valutazione. In questo modo, il PET consente anche a un non esperto di confrontare gli effetti complessivi di condizioni termiche esterne complesse con le esperienze di comfort termico normalmente vissute in ambienti interni (Höppe, 1999).

Il Munich Energy-Balance Model for Individuals (MEMI) è un modello termo-fisiologico di bilancio energetico che descrive in modo dettagliato gli scambi di calore tra il corpo umano e l'ambiente circostante. Tale modello costituisce la base teorica e metodologica per il calcolo della Physiological Equivalent Temperature (PET) (Matzarakis A. &., 2008).

3.1.6 UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX

L'Universal Thermal Climate Index (UTCI) è stato sviluppato con l'obiettivo di fornire un indicatore monodimensionale in grado di rappresentare in modo adeguato la risposta fisiologica dell'essere umano a un ambiente termico esterno definito da molteplici variabili ambientali (Bröde, 2012).

UTCI valuta l'ambiente termico outdoor per applicazioni biometeorologiche simulando la risposta fisiologica dinamica dell'essere umano, mediante un modello di termoregolazione umana accoppiato a un modello avanzato dell'abbigliamento. La procedura operativa di calcolo (disponibile come software sul sito ufficiale UTCI, https://utci.org/utci_calc.php) restituisce risposte realistiche sia agli effetti dell'umidità e dei carichi radiativi in condizioni di caldo, sia all'azione del vento in ambienti freddi (Jendritzky, 2012).

3.1.7 STANDARD EFFECTIVE TEMPERATURE

La Standard Effective Temperature (SET) è definita come la temperatura dell'aria equivalente di un ambiente isotermo, con umidità relativa pari al 50%, nel quale un soggetto, indossando un abbigliamento standardizzato in funzione dell'attività svolta, sperimenta lo stesso livello di stress termico (espresso dalla temperatura cutanea, Tsk) e lo stesso carico di termoregolazione (espresso dal grado di bagnamento cutaneo, w) rispetto a quelli presenti nelle condizioni ambientali reali (WMO, 2016).

4. SCELTA DEI PARAMETRI

La valutazione e la selezione dei parametri da monitorare rivestono un ruolo centrale e richiedono un'attenta analisi del contesto di riferimento. Considerato l'ambito geografico in cui si inserisce il progetto, ossia la Regione Lombardia, e tenuto conto che la richiesta di integrazioni è stata formulata da ARPA Lombardia e dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), sono stati individuati come parametri più appropriati gli indici **Humidex** e **Heat Index**.

In particolare, ARPA Lombardia pubblica annualmente, dal 1° giugno al 15 settembre, il Bollettino Humidex – Disagio da calore, strumento consolidato per la valutazione del disagio termico percepito dalla popolazione in condizioni di elevate temperature e umidità. Il bollettino è consultabile al seguente indirizzo: https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/meteo-e-clima/bollettini-meteorologici/humidex-disagio-da-calore/.

L'Heat Index è inoltre citato nella *"Microclima – miniguida sul rischio stress da calore nel settore edile"*, redatta da ASLE-RLST (Associazione per la Sicurezza dei Lavoratori dell'Edilizia di Milano, Lodi, Monza e Brianza) in collaborazione con Regione Lombardia – ATS Città Metropolitana di Milano (ASLE-RLST, 2023), quale parametro di riferimento per la valutazione del rischio di stress termico in condizioni di caldo e umidità.

5. PIANO DI MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA

Facendo riferimento alla Linea guida ARPAV Monitoraggio impatto microclimatico da FVT e A-FVT e considerando il progetto e il contesto milanese, si sceglie di adottare la seguente modalità di valutazione, che prevede due campagne di monitoraggio microclimatico sul campo con strumentazione meteorologica portatile.

La campagna di monitoraggio si compone di tre fasi:

- fase ante-operam - monitoraggio prima della costruzione del data center;
- fase in corso d'opera – monitoraggio durante la costruzione de data center;
- fase post-operam - monitoraggio con data center in esercizio (durata di 2 anni a partire dall'installazione delle centraline).

L'analisi comparativa dei dati raccolti al termine delle campagne ante-operam, in corso d'opera e post-operam consente di individuare, per ciascun punto di rilevamento, eventuali variazioni microclimatiche, con particolare riferimento alla distribuzione termica e alla formazione di isole di calore.

I criteri del monitoraggio da prendere in considerazione sono:

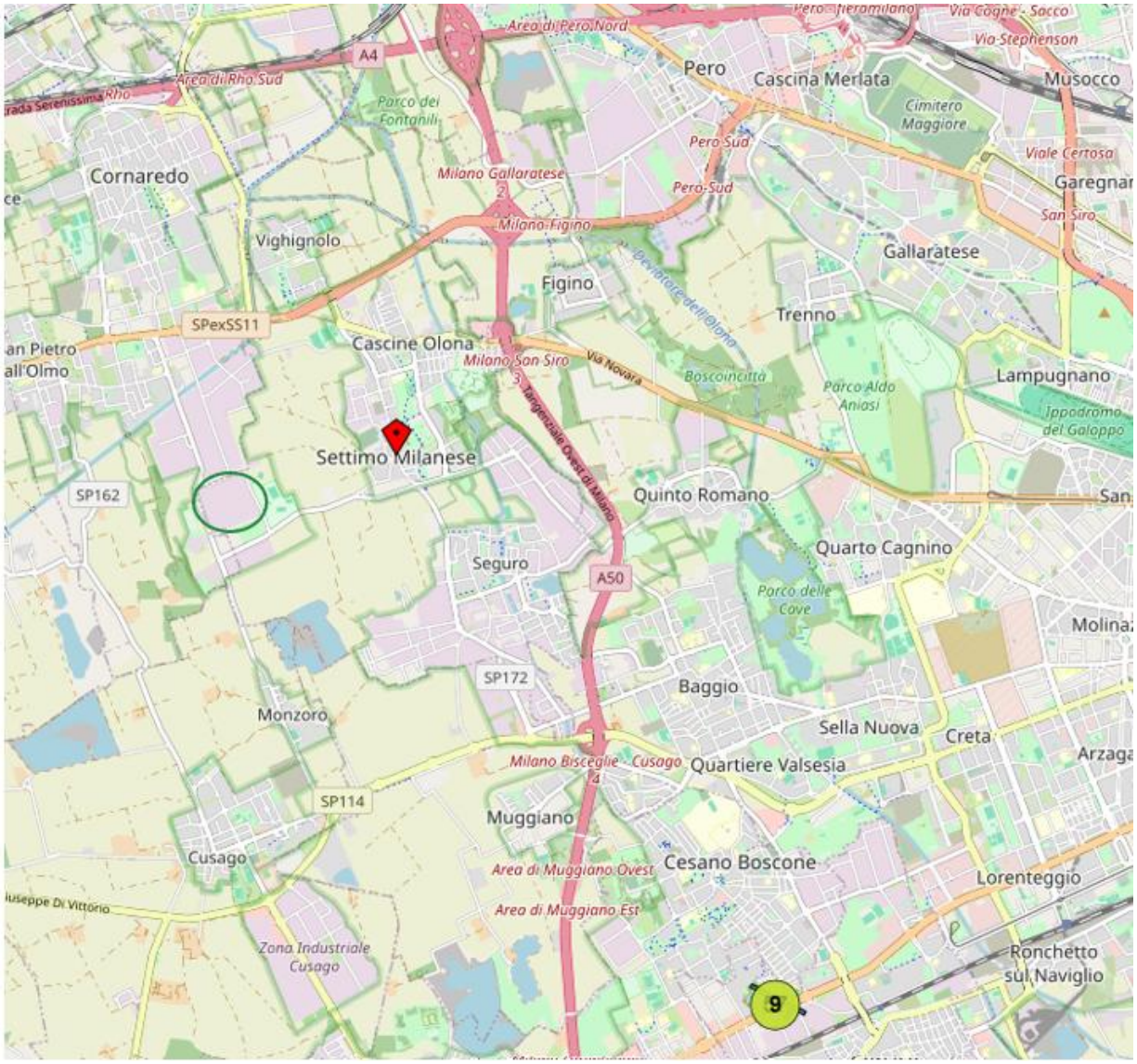
- la durata del monitoraggio, sia ante-operam, in corso d'opera e post-operam, deve essere estesa periodo da giugno a settembre, ovvero al periodo dell'anno più critico per l'isola di calore urbano;
- tutte le stazioni utilizzano la stessa sensoristica meteorologica, che va calibrata all'inizio di ogni campagna;
- il monitoraggio deve essere continuo e automatico.

È fondamentale definire la rete di monitoraggio sulla base delle caratteristiche sito-specifiche del progetto "Data Center ML5 e ML6".

A tal fine, si fa riferimento all'analisi meteoclimatica dell'area di progetto riportata al paragrafo 3.5 del Capitolo 4 dello Studio di Impatto Ambientale.

Per la caratterizzazione anemologica dell'area, sono stati considerati i dati orari di direzione e velocità del vento rilevati dalla centralina ARPA di Corsico di viale Italia, situata a circa 6,5 km dall'area di progetto (FIGURA 5-1).

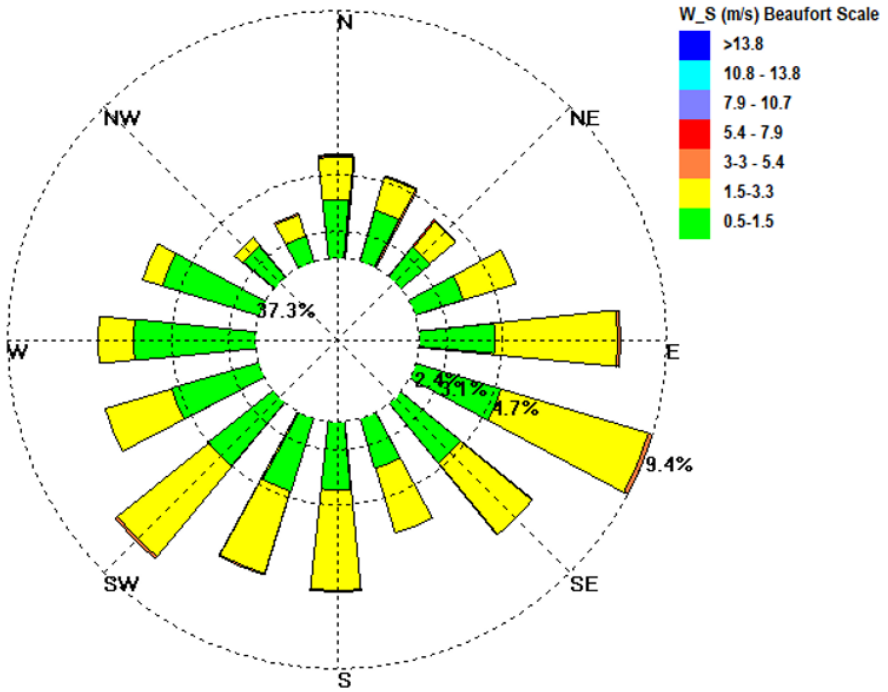
FIGURA 5-1 UBICAZIONE DELLA CENTRALINA CORSICO (N.9) E DELL'AREA DI PROGETTO (IN VERDE)



La rosa dei venti ottenuta dai dati misurati dalla stazione per gli anni 2013-2025 è mostrata in FIGURA 5-2.

La direzione prevalente del vento è da Est-SudEst, con velocità massime di 7,1 m/s. Tuttavia, i venti con velocità superiori a 5 m/s sono stati solo il 0,02% dei dati totali e le calme di vento (da intendersi come venti con velocità inferiore a 0,5 m/s) sono rappresentate dal 40 % dei dati validi.

FIGURA 5-2: ROSA DEI VENTI DEI DATI ORARI RILEVATI PRESSO LA STAZIONE DI CORSICO (2013-2025)



Fonte: elaborazione ERM

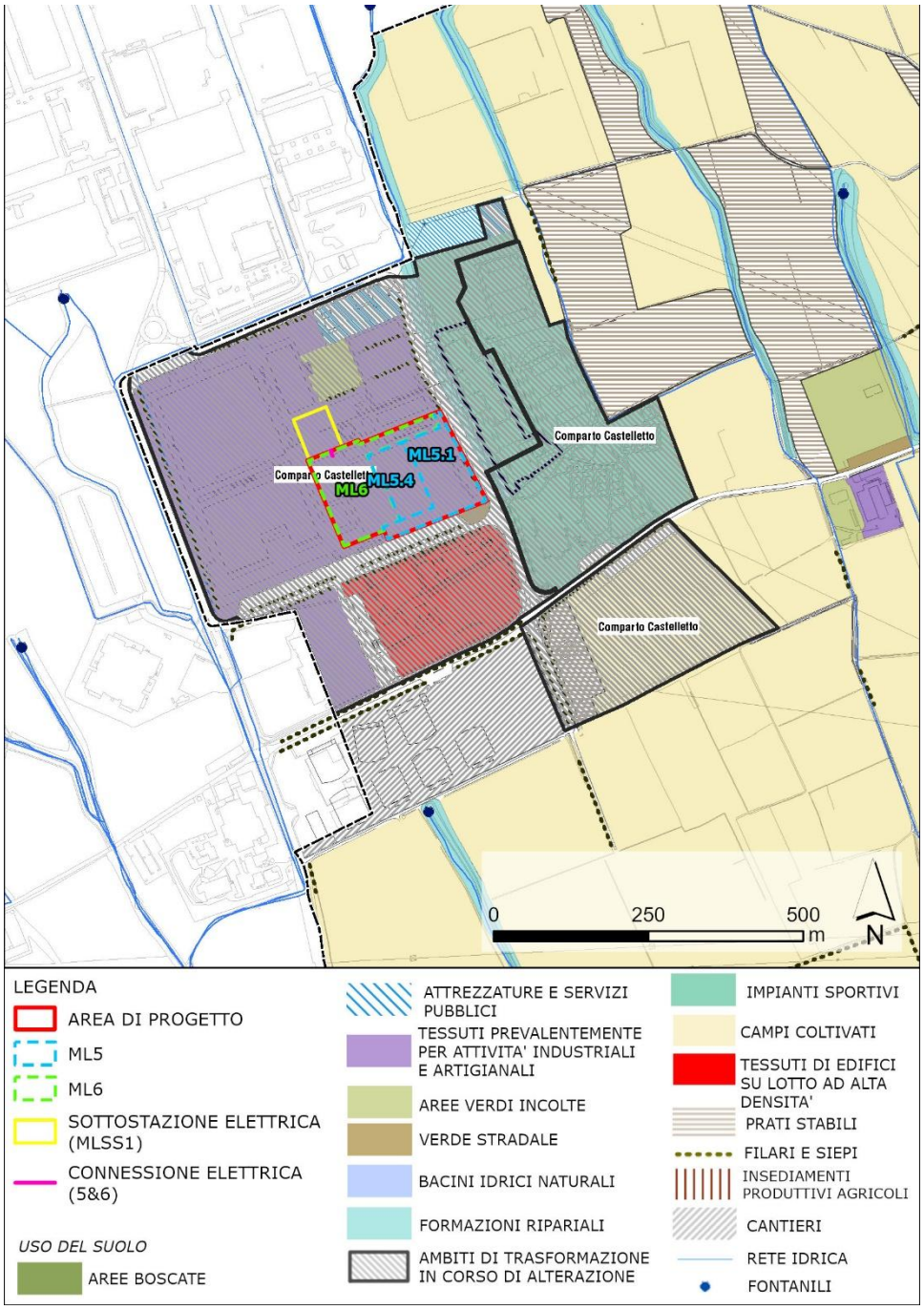
Considerando l'uso del suolo nell'area di progetto (Capitolo 4, Paragrafo 3.3 dello Studio di Impatto Ambientale), per la rappresentazione dello stato di fatto dell'area di progetto e delle aree limitrofe si rimanda alla tavola DdP01a "Carta dell'uso del suolo – Stato di fatto", riportata in Figura 5-3.

Dall'analisi della cartografia emerge che il progetto interessa prevalentemente la seguente tipologia di uso del suolo, secondo il PGT del Comune di Settimo Milanese:

- "Tessuti prevalentemente per attività industriali ed artigianali", corrispondenti al lotto di ubicazione dei Data Center.

Le aree residenziali più prossime risultano localizzate a nord del Canale Scolmatore Nord-Ovest, nel Comune di Cornaredo, a una distanza di circa 1 km dall'area di progetto. In direzione del centro abitato di Settimo Milanese, le aree residenziali più vicine si trovano anch'esse a una distanza di circa 1 km.

FIGURA 5-3 USO DEL SUOLO "STATO DI FATTO"



Fonte: Piano di Governo del Territorio Settimo Milanese, tavola DdP01a "Carta dell'uso del Suolo. Stato di fatto"

A seguito della descrizione dell'area di progetto, vengono spiegati nel dettaglio i punti di monitoraggio dove verrà installata la strumetazione.

Sono stati individuati 2 punti di monitoraggio il cui posizionamento finale verrà confermato in fase di esecuzione del piano, la cui posizione è mostrata nella seguente figura.

FIGURA 5-4 PUNTI DI MONITORAGGIO

Ai fini della valutazione del microclima e del calcolo degli indici Humidex e Heat Index, è necessario che ciascuna centralina sia dotata dei seguenti sensori:

- Sensore di temperatura dell'aria;
- Sensore di umidità relativa.

Per la realizzazione delle centraline è possibile prevedere l'impiego di sensori collegati in modalità wireless, al fine di consentire la condivisione automatica e continua dei dati misurati verso un sistema di raccolta centralizzato.

Il piano di monitoraggio sarà implementato per un periodo di due anni. Al termine di questo periodo verrà effettuata una valutazione per determinare se proseguire o meno con le attività di monitoraggio.

I dati registrati saranno sottoposti a verifiche e controlli di qualità prima di essere processati. Tale elaborazione consentirà di descrivere l'andamento delle principali variabili meteorologiche nelle fasi ante-operam, in corso d'opera e post-operam. I dati derivanti dai monitoraggi saranno trasmessi con cadenza annuale e saranno oggetto di uno specifico rapporto di valutazione finalizzato a descrivere e interpretare i risultati ottenuti.
La relazione tecnica illustrerà l'andamento delle variabili meteorologiche nei diversi punti di misura mediante dati sintetici, tabelle riassuntive e rappresentazioni grafiche.

La rete di monitoraggio viene riassunta nella seguente tabella:

TABELLA 5-1 RIASSUNTO RETE DI MONITORAGGIO

Temperatura	
Frequenza	Oraria
Periodo di monitoraggio	2 anni
Posizione	2 centraline
Umidità relativa	
Frequenza	Oraria
Periodo di monitoraggio	2 anni
Posizione	2 centraline
Humidex	
Frequenza	Giornaliera, dal 1 giugno al 15 settembre di ogni anno
Periodo di monitoraggio	2 anni
Parametri meterologici	Temperatura, umidità relativa
Posizione	2 centraline
Heat Index	
Frequenza	Giornaliera, dal 1 giugno al 15 settembre di ogni anno
Periodo di monitoraggio	2 anni
Parametri meterologici	Temperatura, umidità relativa
Posizione	2 centraline

6. CONCLUSIONI

Il presente elaborato ha definito in modo approfondito la rete di monitoraggio proposta al fine di rispondere in maniera puntuale e completa alle richieste di integrazione formulate da Regione Lombardia e dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE).

L'analisi condotta ha permesso di individuare i parametri microclimatici più significativi da monitorare, di descrivere le caratteristiche tecniche delle strumentazioni proposte e di delineare la metodologia operativa per la gestione e l'elaborazione dei dati raccolti.

La rete di monitoraggio è costituita da 2 strumentazioni meteorologiche automatizzate, opportunamente distribuite nell'intorno del sito di progetto, con l'obiettivo di registrare in continuo l'evoluzione delle condizioni microclimatiche e di fornire un quadro rappresentativo e coerente dell'influenza potenziale del progetto sul contesto locale.

Il sistema di monitoraggio opererà per l'intera durata del progetto, garantendo una raccolta dati continua e omogenea nel tempo. Le informazioni acquisite verranno archiviate in formato digitale e trasmesse al Proponente mediante piattaforme automatizzate, nel rispetto delle migliori pratiche tecniche e delle normative vigenti in materia di monitoraggio ambientale.

I dati raccolti verranno analizzati ed elaborati con cadenza annuale dal Proponente, che predisporrà un report tecnico di sintesi contenente l'andamento dei parametri monitorati, le valutazioni di conformità rispetto ai valori di riferimento e le eventuali considerazioni in merito a anomalie, trend significativi o scostamenti rispetto ai valori attesi. Tale documentazione sarà messa a disposizione delle Autorità competenti, contribuendo a garantire un adeguato livello di trasparenza e un costante aggiornamento sullo stato microclimatico dell'area di studio.

7. BIBLIOGRAFIA

(s.d.).

ArpaFVG. (2026, 03 10). *L'indice di Thom: mappe e previsioni del disagio dovuto al caldo-umido*. Tratto da Arpa FVG: https://www.arpa.fvg.it/temi/temi/meteo-e-clima/approfondimenti-in-evidenza/lindice-di-thom-last/

ArpaLombardia. (2026, 03 10). *Humidex | Disagio da calore*. Tratto da Arpa Lombardia: https://www.arpalombardia.it/temi-ambientali/meteo-e-clima/bollettini-meteorologici/humidex-disagio-da-calore/

ArpaPiemonte. (2026, 03 09). *Discomfort index*. Tratto da Arpa Piemonte: https://www.arpa.piemonte.it/rischi_naturali/snippets_arpa/discomfort_index/

ARPAV. (2023). *Monitoraggio impatto microclimatico da FVT e A-FVT Linea guida ARPAV versione 2.6.*

ArpaVeneto. (2026, 03 11). *Humidex*. Tratto da Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto: https://www.arpa.veneto.it/dati-ambientali/bollettini/meteo/indice-disagio-fisico/humidex

ASLE-RLST. (2023). *Miniguida sul rischio stress da calore nel settore edile.* Milano: ASLE-RLST.

Barron-Gafford, G. M. (2016). The Photovoltaic Heat Island Effect: Larger solar power plants increase local temperatures. *Sci Rep 6*.

Brabant C., D. V. (2024). Evaluation of spatial interpolation techniques for urban heat island monitoring in small and medium sized cities. *Frontiers in Built Environment*, Volume 10 - 2024.

Bröde, P. F. (2012). Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int J Biometeorol 56*, 481–494.

Canada, E. a. (2026, 03 11). *Glossary - Climate - Environment and Climate Change Canada*. Tratto da Governement of Canada: https://climate.weather.gc.ca/glossary_e.html

Cardoso, R., Dorigon, L., Teixeira, D., & Amorim, M. (2017). Assessment of Urban Heat Islands in Small-and Mid-Sized Cities in Brazil. *Climate*, 14.

Eolios. (2026). Tratto da https://eolios.eu/data-center/urban-heat-island-impact-study-for-data-centers/

H. M. Imran, M. I. (2021). Causes, Modeling and Mitigation of Urban Heat Island: A Review. *Earth Sciences*, 244-264, Vol. 10, No. 6.

Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int J Biometeorol 43*, 71–75.

Howard, L. (1833). *The Climate of London Deduced from Meteorological Observations Made in the Metropolis and at Various Places around It. 2nd Edition.* London: Harvey and Darton.

Jendritzky, G. d. (2012). UTCI—Why another thermal index? *Int J Biometeorol 56*, 421–428.

Lucas Bonilla, M. A.-G. (2025). Comparing Monitoring Networks to Assess Urban Heat Islands in Smart Cities. *Applied Sciences, 15*, 11.

Lucas Bonilla, M. A.-G. (2025). Comparing Monitoring Networks to Assess Urban Heat Islands in Smart Cities. *Applied Sciences, 15(11)*, 6100.

Marinoni, A. &. (2026). The data heat island effect: quantifying the impact of AI data centers in a warming world.

Matzarakis, A. &. (2008). Physiological Equivalent Temperature as Indicator for Impacts of Climate Change on Thermal Comfort of Humans. *Seasonal Forecasts, Climatic Change and Human Health*, 161-172.

Matzarakis, A. G. (2021). Modelling in Human Biometeorology: Spatial-Temporal Analysis of Thermal Indices. *Environmental Sciences Proceedings, 8(1)*, 28.

MeteoSvizzera. (2026, 03 11). *Windchill*. Tratto da Ufficio federale di meterologia e climatologia MeteoSvizzera: https://www.meteosvizzera.admin.ch/tempo/tempo-e-clima-dalla-a-alla-z/windchill.html

NOAA. (2026, 03 11). *The Heat Index Equation*. Tratto da National Oceanic and Atmospheric Administration U.S. Department of Commerce: https://www.weather.gov/ama/heatindex

NOAA. (2026, 03 11). *Wind Chill*. Tratto da National Weather Service: https://www.weather.gov/ama/windchill

Oke, T. R. (1973). City size and the Urban Heat Island. *Atmospheric Environment Pergamon Press*, 769-779.

Pantavou, K. F. (2025). Thermal indices for assessing the impact of outdoor thermal environments on human health: a systematic review of epidemiological studies. *Int J Biometeorol 69*, 1843–1866.

Poupkou, A. &. (2011). Climatology of Discomfort Index and Air Quality Index in a Large Urban Mediterranean Agglomeration. Water Air and Soil Pollution. *WATER AIR SOIL POLLUT*, 163-183.

Ramly, N. H. (2024). IMPACT OF URBAN HEAT ISLAND ON HUMAN HEALTH: A SYSTEMATIC REVIEW: A SYSTEMATIC REVIEW. *Malaysian Journal of Public Health Medicine 24(1)*, 172–186.

Shilu Tong, J. P. (2021). Urban heat: an increasing threat to global health. *BMJ*, 375.

Sozzi, R. (2003). *LA MICROMETEOROLOGIA E LA DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ARIA.* Roma: Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici APAT.

Theodore M. Giannaros, D. M. (2012). Study of the urban heat island in a coastal Mediterranean City: The case study of Thessaloniki, Greece. *Atmospheric Research*, 103-120.

Thom, E. (1959). The discomfort index. *Weatherwise*, 57–61.

WMO, W. (2016). *Heatwaves and health: guidance on warning-system development.*

Yan, Y. X. (2021). A high-spatial-resolution dataset of human thermal stress indices over South and East Asia. *Scientific Data*, 8.

Yu, V. F. (2013). Analysis of the potential for a heat island effect in large solar farms. *2013 IEEE 39th Photovoltaic Specialists Conference (PVSC)*, 3362-3366.

Zhang, J. C. (2025). The Heat Price of Big Data: Leveraging Machine Learning to Analyze the Urban Heat Effects of Data Center Alley in Washington D.C.'S Hinterlands. *32nd International Conference on Geoinformatics*, (pp. 1-7). Jiaozuo, China.

Zheng, Z. F. (2026). A Systematic Review of Urban Heat Island (UHI) Impacts and Mitigation: Health, Equity, and Policy. *Systems*, 82.

Zhou, Y., & Shepherd, J. (2010). Atlanta’s urban heat island under extreme heat conditions and potential mitigation strategies. *Nat. Hazard* , 639–668.